

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 910 549

②1 N° d'enregistrement national : **06 11178**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 02 D 41/30 (2006.01)**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21.12.06.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 27.06.08 Bulletin 08/26.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *RENAULT SAS Société par actions simplifiée* — FR.

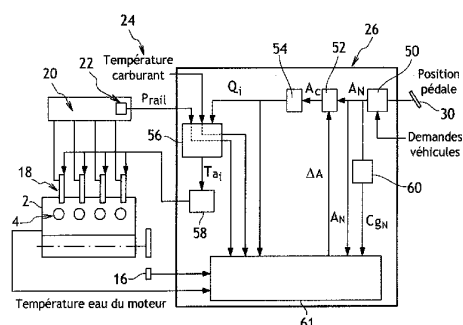
⑦2 Inventeur(s) : BALLESTEROS GUILLERMO et ROTH RICHARD.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤4 PROCÉDE DE CORRECTION DES DERIVES DES INJECTEURS D'UN MOTEUR.

⑤7 L'invention concerne un procédé de correction des dérives des injecteurs (18) d'un moteur (2) de véhicule, caractérisé en ce qu'on détermine la correction (ΔA) à apporter à une consigne nominale (A_N) en utilisant au moins une estimation de couple moyen indiqué.



FR 2 910 549 - A1



L'invention concerne les moteurs rotatifs de véhicules, à combustion interne (essence ou diesel) à injection directe ou indirecte de carburant et quel que soit leur nombre de cylindres.

Les normes anti-pollution devenant de plus en plus sévères, il est important pour les constructeurs automobiles de réduire les émissions polluantes de leurs moteurs sans négliger leur consommation en carburant et leurs performances. La quantité de carburant réellement injectée dans chaque cylindre d'un moteur peut différer d'une injection à l'autre. Parfois même, elle s'éloigne fortement de la quantité nominale calculée par l'unité centrale électronique du moteur afin de répondre aux requêtes du conducteur. De plus, le temps d'activation nominal de l'injecteur repose sur cette quantité nominale de carburant prédéfinie.

Les causes le plus souvent à l'origine de la différence entre la quantité nominale et la quantité réellement injectée résident dans les déviations des caractéristiques des injecteurs dues aux dispersions de fabrication et au vieillissement du système d'injection.

Or, les écarts entre les quantités nominales de carburant demandées et les quantités réellement injectées sont toujours indésirables. C'est le cas en particulier avec la dernière génération de systèmes d'injection qui servent à mettre en œuvre des stratégies de multi-injection dans lesquelles de petites quantités de carburant sont injectées un peu avant l'injection principale afin d'améliorer l'efficacité de la combustion. C'est ainsi que les erreurs produites sur ces petites quantités de carburant se traduisent directement soit par une élévation du bruit de combustion (quantité injectée plus faible que celle demandée), soit par une augmentation des fumées (quantité injectée plus forte que celle demandée).

Le document EP-1 388 661 propose de corriger les dispersions et les dérives des petites quantités de carburant injectées dans un moteur diesel en jouant sur le temps d'activation de l'injecteur (ou temps d'injection). Il vise ainsi à retrouver un seuil d'accélération prédéterminé (correspondant à une variation du régime du moteur). Ce seuil d'accélération peut se rapporter à

une quantité donnée de carburant injectée pour des conditions fixées de fonctionnement du moteur. Les conditions du moteur sont principalement un régime moteur compris entre 1500 et 3500 tours par minute, une température d'eau du moteur suffisamment haute et généralement
5 supérieure 70°C, une pression dans la rampe commune d'alimentation en carburant comprise entre 300 et $1200 \cdot 10^5$ Pa et une phase de fonctionnement du moteur en pied levé du conducteur, c'est-à-dire correspondant à une injection nulle.

Ainsi, pendant les phases de levée de pied, on procède, pour un
10 cylindre donné, à des injections de petites quantités prédéfinies de carburant. Ces quantités sont inférieures à 5 mg/coup pour ne pas provoquer de ressenti par le conducteur au niveau de l'agrément de conduite, ni d'augmentation de la consommation en carburant, ni encore d'augmentation des émissions de polluants. Pendant cette phase dite d'apprentissage, on
15 effectue une incrémentation graduelle du temps d'injection entre des valeurs minimale et maximale prédéterminées. Ces grandeurs encadrent le temps d'injection nominal sensé délivrer la quantité nominale de carburant désirée. Le temps d'activation nécessaire pour retrouver le seuil d'accélération prédéterminé et donc la quantité de carburant désirée est comparé au temps
20 d'activation nominal. L'écart de temps d'activation mesuré sur le point de fonctionnement considéré est alors représentatif de la dérive ou de la dispersion de l'injecteur. Cet écart est traité par l'unité centrale afin de remplir une cartographie de correction de l'injection pilote, sachant qu'il y a une cartographie de correction dédiée à chaque injecteur.

25 Toutefois, les corrections relatives à chaque injecteur ne pourront être actives qu'à l'issue de la période au cours de laquelle on aura balayé plusieurs fois un ensemble de points de fonctionnement prédéfinis du moteur. On cherche en effet ainsi à filtrer les erreurs d'apprentissage. Cette technique a donc l'inconvénient d'être lente.

30 Un but de l'invention est de proposer un procédé plus avantageux pour corriger les dispersions et les dérives, notamment sur les petites

quantités de carburant injectées, typiquement inférieures à 5 mg/coup. Il permet donc d'éliminer les inconvénients de bruit ou de fumée résultant d'une quantité injectée de carburant mal maîtrisée, tout en étant d'une mise en œuvre simple et rapide et en fournissant une correction précise.

5 A cet effet, on prévoit selon l'invention un procédé de correction des dérives des injecteurs d'un moteur de véhicule, caractérisé en ce qu'on détermine la correction à apporter à une consigne nominale en utilisant au moins une estimation de couple moyen indiqué.

10 Le procédé selon l'invention pourra présenter en outre au moins l'une quelconque des caractéristiques suivantes :

- on effectue les étapes suivantes, sur au moins un cylindre i , pendant une période au cours de laquelle une demande de couple moteur est nulle :

a) on choisit une valeur de consigne nominale ;

15 b) on calcule une valeur de couple nominal correspondant à la valeur de consigne nominale ;

c) on compare la valeur du couple nominal à la valeur du couple moyen indiqué produit par l'injection commandée par une valeur de consigne, la valeur de consigne étant initialisée à A_{Nmin} et :

20 - augmentée d'un incrément tant que le résultat de la comparaison est supérieur à un seuil prédéterminé ;

- lorsque l'écart est inférieur au seuil, on détermine une valeur de correction à apporter à la valeur de consigne, en comparant la valeur de consigne utilisée pour obtenir la valeur la plus proche du couple moyen indiqué à la valeur de consigne nominale ;

25 d) on enregistre la valeur de correction dans une cartographie de correction correspondant au dit au moins un cylindre.

- dans une première variante, le procédé est mis en œuvre successivement, cylindre après cylindre.

30 - dans une deuxième variante, le procédé est mis en œuvre simultanément sur tous les cylindres, en utilisant la même consigne nominale (A_N) pour tous les cylindres.

- le procédé est effectué pour au moins une valeur de pression du carburant dans la rampe, les informations concernant cette pression et la valeur de correction étant mémorisées.
- l'itération du procédé s'arrête lorsque la valeur de consigne dépasse un
5 seuil déterminé.
- la valeur de consigne est une valeur de consigne de couple ou une valeur de consigne de quantité de carburant à injecter.
- la valeur du couple moyen indiqué du cylindre est déterminée à partir d'au moins une grandeur caractéristique du mouvement de rotation du moteur.
- 10 - le moteur comporte un capteur de position comportant une cible munie de motifs et solidaire d'un élément du moteur mobile en rotation, et un élément sensible fixé au bloc moteur, ledit capteur délivrant un signal alternatif de fréquence proportionnelle à la vitesse de défilement des motifs de la cible en face de l'élément sensible, et on estime une valeur relative à un couple
15 généré en propre par un cylindre i à partir de l'équation :

$$C_{Mi} = \sum_j \delta_j \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_{k,j} \beta_{k,j} + \alpha_{0,j} \right]$$

dans laquelle :

- C_{Mi} est le couple moyen indiqué du cylindre i au cours d'un cycle de combustion ;
- 20 - $\beta_{k,j}$ est une fonction d'au moins une grandeur caractéristique du mouvement de rotation du moteur ;
- $\alpha_{k,j}$ est un coefficient de pondération de la grandeur $\beta_{k,j}$, dépendant au premier ordre du régime moyen du moteur ;
- $\alpha_{0,j}$ est une variable dépendant du régime moyen du moteur au
25 premier ordre ;
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçue par l'élément sensible du capteur de position au cours de la combustion du cylindre i

définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple moteur associé à la combustion du cylindre i ;

- δ_j est un coefficient de pondération.
- dans une première variante, on estime une valeur relative à un couple généré en propre par un cylindre i à partir de l'équation :

$$C_{Mi} = \sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \Delta t_k + \alpha_0$$

dans laquelle :

- C_{Mi} est le couple moyen indiqué du cylindre i au cours d'un cycle de combustion ;
- 10 - Δt_k est une durée de mouvement de rotation du moteur ;
- α_k est un coefficient de pondération de la durée de mouvement de rotation du moteur, dépendant au premier ordre du régime moyen du moteur ;
- α_0 est une variable dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre ;
- 15 - q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçue par l'élément sensible du capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple moteur
- 20 associé à la combustion du cylindre i .
- dans une deuxième variante, on estime une valeur relative à un couple généré en propre par un cylindre i à partir de l'équation :

$$C_{Mi} = \sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \omega_k + \alpha_0$$

dans laquelle :

- 25 - C_{Mi} est le couple moyen indiqué du cylindre i au cours d'un cycle de combustion ;

- ω_k est une vitesse instantanée de rotation du moteur ;
- α_k est un coefficient de pondération de la vitesse instantanée de rotation du moteur, dépendant au premier ordre du régime moyen du moteur ;
- 5 - α_0 est une variable dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre ;
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçue par l'élément sensible du capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple moteur
- 10 associé à la combustion du cylindre i .

On prévoit également selon l'invention un procédé de commande des injecteurs d'un moteur de véhicule, caractérisé en ce qu'il utilise une cartographie de correction établie selon l'une des caractéristiques

15 précédentes.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description suivante d'un mode préféré de réalisation et d'une variante donnés à titre d'exemples non limitatifs et qui est faite en référence

aux dessins annexés sur lesquels :

- 20 - la figure 1 est un schéma montrant l'organisation du contrôle d'un moteur selon un mode préféré de réalisation de l'invention ;
- les figures 2 et 3 présentent respectivement un schéma et un organigramme relatifs à l'une des étapes du procédé mis en œuvre dans le moteur de la figure 1 ;
- 25 - la figure 4 est un schéma relatif au traitement du signal mis en œuvre aux figures 2 et 3 ;
- la figure 5 est un organigramme présentant le mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention ; et
- la figure 6 comprend des diagrammes illustrant le déroulement du
- 30 procédé selon la figure 5.

On va décrire ci-après un moteur selon un mode préféré de réalisation de l'invention, et un mode préféré de mise en œuvre du procédé de l'invention au sein de ce moteur.

On a illustré à la figure 1 un schéma représentant l'organisation du
5 contrôle d'un moteur 2 selon un mode préféré de réalisation de l'invention. Il s'agit d'un moteur à combustion interne classique, qui peut être diesel ou à essence. Le moteur 2 comprend plusieurs cylindres 4, par exemple au nombre de quatre. Il fonctionne suivant un cycle thermodynamique à quatre temps. Un organe 16 d'un type classique est prévu sur le vilebrequin auquel
10 sont reliées les bielles afin de mesurer la position angulaire du vilebrequin et sa vitesse de rotation. A chaque cylindre est associé également un injecteur 18, les injecteurs étant tous connectés à une rampe commune 20 d'alimentation en carburant sous pression. Le moteur comprend un organe 22 de mesure de la pression du carburant dans la rampe ainsi qu'un organe
15 24 de mesure de la température du carburant dans la rampe.

Il comprend un boîtier électronique 26 ou calculateur de contrôle moteur (ECU), assurant la commande du moteur et effectuant les calculs nécessaires au pilotage de l'ensemble du système. Le véhicule comprend une pédale d'accélérateur 30 actionnée par le conducteur et dont la position
20 est communiquée au calculateur 26 pour lui permettre de commander le moteur selon la volonté du conducteur. La position de la pédale permet au calculateur 26 d'interpréter la volonté du conducteur sur la forme d'une consigne de puissance, de couple ou de vitesse du moteur. Les signaux provenant des capteurs de pression 22, de température 24 et de position
25 angulaire 16 sont eux aussi transmis en temps réel au calculateur 26.

Le procédé de correction selon l'invention comporte une étape d'estimation du couple produit par chaque combustion et sur chaque cylindre i qui va être décrit.

Le procédé d'estimation du couple indiqué moyen C_{Mi} produit en
30 propre par chaque combustion dans un cylindre i , met en œuvre un capteur de position composé d'une cible munie de motifs et solidaire d'un élément du

moteur mobile en rotation, et d'un élément sensible fixé au bloc moteur, ledit capteur délivrant un signal alternatif de fréquence proportionnelle à la vitesse de défilement des motifs de la cible en face de l'élément sensible. Ce procédé est basé sur une équation utilisant une grandeur caractéristique du mouvement de rotation du moteur. Cette grandeur caractéristique est transmise par le capteur de position angulaire.

L'équation générale du procédé d'estimation est :

$$C_{Mi} = \sum_j \delta_j \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_{k,j} \beta_{k,j} + \alpha_{0,j} \right] \quad (E1)$$

dans laquelle :

- 10 - C_{Mi} est le couple moyen indiqué du cylindre i au cours d'un cycle de combustion ;
- $\beta_{k,j}$ est une fonction d'au moins une grandeur caractéristique du mouvement de rotation du moteur ;
- $\alpha_{k,j}$ est un coefficient de pondération de la grandeur $\beta_{k,j}$,
15 dépendant au premier ordre du régime moyen du moteur ;
- $\alpha_{0,j}$ est une variable dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre ;
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçue par l'élément sensible du capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple moteur
20 associé à la combustion du cylindre i ;
- δ_j est un coefficient de pondération.

Un mode particulier de réalisation de la mesure du couple va être décrit en référence aux figures 2 et 3. Une cible 37 liée au volant d'inertie est solidaire du vilebrequin, donc tourne avec lui, et présente des dents 39 sur son pourtour qui passent en regard de l'élément sensible du capteur 16 de position angulaire fonctionnant par magnéto-reluctance. Le capteur 16
25

mesure la durée de passage de chaque dent 39 de la couronne dentée devant l'élément sensible du capteur. Au sein du calculateur 26, on calcule l'inverse de la valeur obtenue et on multiplie le résultat par la valeur du secteur angulaire de la dent correspondante. Plus précisément, la durée Δt_k correspond au temps qui s'écoule entre un front (montant ou descendant) du signal émis par le capteur de position et le front suivant homologue comme illustré à la figure 4. On a illustré sur cette figure une partie de la cible 37 avec ses dents 39 en partie inférieure, puis au-dessus, le signal brut émanant du capteur, approchant une sinusoïde et enfin, encore au-dessus, le signal du capteur après traitement et permettant la détection sur front montant. Cette durée est associée à la dent D_k , occupant la position angulaire θ_k , et de largeur angulaire $\Delta\theta_k$ de la cible 37. Comme illustré au bloc 38 de la figure 3, la vitesse angulaire ω_k associée à la dent D_k est alors obtenue par la formule :

$$\omega_k = \frac{\Delta\theta_k}{\Delta t_k} \text{ (E2)}$$

Ensuite, le calculateur 26 va mettre en relation les différentes vitesses instantanées ainsi obtenues comme illustré au bloc 40 de la figure 3. Pour cela, les vitesses sont additionnées après avoir été pondérées par des coefficients α_k . On réalise ainsi le calcul du couple moyen indiqué (ou couple gaz) développé par le cylindre i du moteur comportant p cylindres selon la formule suivante :

$$C_{Mi} = \sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \omega_k + \alpha_0 \text{ (E3)}$$

Le calcul du couple moyen indiqué selon la formule (E3) présente des avantages. Ainsi, les angles θ_k des dents D_k de la cible 37 peuvent être quelconques. Le calcul du couple indiqué ainsi réalisé n'est pas affecté par des défauts angulaires du volant, des problèmes de faux rond, la taille de la dent longue traditionnellement disposée sur ce type de volant, ou encore des

défauts éventuels de l'électronique de filtrage du signal du capteur (problème des fronts après une dent longue par exemple).

Ces avantages viennent de la prise en compte de ces défauts dans les coefficients α_k . Ces coefficients sont prédéterminés et ici dépendants, au premier ordre, du régime moyen du moteur ω_0 . Pour déterminer les coefficients α_k , on peut utiliser une fonction de calcul ou une cartographie dépendant du régime du moteur. Une bonne mise au point des coefficients α_k permet de les rendre indépendants de paramètres environnementaux du moteur, ce qui est un avantage important. Ces paramètres seront par exemple :

- le taux de gaz d'échappement recirculé ;
- le phasage des injections ;
- la quantité de carburant injectée ;
- la température de l'air en sortie du compresseur ;
- la température des gaz brûlés à l'échappement ;
- la température des gaz d'échappement recirculés ;
- la température d'eau du moteur ;
- la température d'huile du moteur ;
- une température avant turbine ;
- la pression du collecteur d'admission ou la pression du collecteur d'échappement.

Ce calcul permet également d'estimer le couple moyen indiqué avec une grande précision. Ainsi, il est possible d'atteindre une précision avec un risque d'erreur inférieur à 1%.

Dans une variante de la mise en œuvre des étapes de détermination du couple C_{Mi} , le calculateur 26 mesure la durée instantanée Δt_k nécessaire au passage de chaque dent devant le capteur. Cette durée correspond au temps qui s'écoule entre un front du signal émis par le capteur de position et le front homologue suivant. Comme précédemment, cette durée est associée à la dent D_k , occupant la position angulaire θ_k et de largeur angulaire $\Delta\theta_k$ de

la cible 37. De même que précédemment, on effectue au bloc 40 une somme pondérée des valeurs ainsi obtenues en utilisant cette fois la formule :

$$C_{Mi} = \sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \Delta t_k + \alpha_0 \quad (\text{E4})$$

Les durées Δt_k et les angles $\Delta \theta_k$ associés aux dents D_k de la cible 37 peuvent être quelconques et l'on retrouve les mêmes avantages que dans le précédent mode de réalisation. Les coefficients α_k ont les mêmes propriétés et sont obtenus de la même façon.

On va maintenant présenter différents composants du calculateur 26 qui permettent de mettre en œuvre l'invention.

Le bloc 50 de la figure 1 représente un moyen processeur permettant d'établir la consigne nominale A_N selon les requêtes du conducteur et de différentes demandes du véhicule. Cette consigne nominale A_N peut être interprétée comme étant une consigne nominale de couple C_N ou comme étant une consigne nominale de quantité de carburant Q_N à injecter dans chaque cylindre. A_N est identique à tous les cylindres. Le procédé peut être mis en œuvre sur tous les cylindres en même temps ou sur un seul cylindre. Ces consignes de couple et de quantité de carburant sont liées par le biais de cartographie.

La détermination de A_N a lieu à partir de la position de la pédale d'accélération et des demandes concurrentes ou complémentaires d'autres calculateurs du véhicule tels que le calculateur de BVA (Boîte de vitesse automatique), d'ESP (*Electronic Stability Program* ou programme de stabilité électronique), d'ACC (*Automatic Cruise Control* ou régulateur de vitesse), etc, et de stratégies spécifiques au contrôle moteur qui peuvent prendre la main pour élaborer une consigne A_N . C'est le cas de la stratégie qui est proposée ci-après. Cette stratégie va générer une consigne A_N alors que, par exemple, la demande conducteur est nulle lorsqu'il lève le pied de la pédale de l'accélérateur.

Ce moyen 50 est relié à un autre moyen processeur 52 qui permet de corriger la consigne nominale A_N par une valeur ΔA pour fournir en sortie une consigne corrigée A_C telle que :

$$A_c = A_N + \Delta A$$

5 Cette valeur ΔA est fournie par un moyen processeur 61 qui sera décrit plus loin.

Le calculateur 26 comprend aussi un moyen processeur 54 permettant d'établir une consigne de débit de carburant à injecter Q_i dans le cylindre i , à partir de la consigne corrigée A_C .

10 Le moyen processeur 56 relié au moyen 54 permet de calculer le temps d'activation T_{ai} de l'injecteur à partir de la pression et de la température régnant dans la rampe 20 et de la quantité de carburant Q_i à injecter dans le cylindre i considéré.

Le moyen processeur suivant 58, relié au moyen 56, assure la
15 commande des injecteurs 18. Il commande l'ouverture de chaque injecteur à la position angulaire θ du vilebrequin désirée et ouvre l'injecteur pendant le temps d'activation T_{ai} demandé.

Le moyen processeur 60 est relié entre la sortie du bloc 50 et une
entrée du moyen processeur 61. Il permet de donner le couple gaz nominal
20 Cg_N correspondant à la consigne nominale A_N .

Enfin, le moyen processeur 61 permet d'estimer le couple moyen
indiqué, de comparer ce couple moyen indiqué au couple gaz nominal et de
construire une cartographie de correction de consigne ΔA en fonction de la
pression dans la rampe 20, du cylindre d'injection et de la consigne A_N
25 demandée qui peut être un débit de carburant ou un couple.

Dans une étape préalable, le couple moyen indiqué C_{Mi} est
caractérisé avec des injecteurs nominaux ou de référence. Ainsi, sur un
ensemble de points de fonctionnement du moteur préalablement définis en
levée de pied du conducteur, et pour toute injection inférieur à 5 mg/coup
30 dans l'un des cylindres du moteur pendant la phase de levée de pied, on
détermine le couple gaz nominal Cg_N correspondant à la consigne nominale

A_N demandée. A cette consigne A_N , correspond une quantité nominale de carburant Q_N injectée. Le temps d'activation nominal Ta_N de l'injecteur calculé pour délivrer la quantité Q_N tiendra compte de la pression d'injection P dans la rampe. Cette étape revient donc à construire une cartographie liant le couple moyen indiqué à la quantité de carburant réellement injectée.

Le procédé selon l'invention, illustré à la figure 5 estime la correction de consigne ΔA à appliquer à la consigne nominale A_N pour que le couple moyen indiqué C_{Mi} corresponde au couple nominal Cg_N . Cette correction de consigne ΔA sera fonction de la pression dans la rampe et du cylindre i impliqué dans l'injection.

Ainsi, on vérifie d'abord au bloc 62 que les conditions requises pour le moteur sont remplies. Il s'agit de vérifier que la demande de couple moteur est nulle.

Le bloc 62 reçoit à cette fin des informations des moyens 60, 50, 54, des capteurs de pression et de température dans la rampe ainsi que du capteur de position angulaire du vilebrequin et la température d'eau du moteur.

Ce bloc 62 vérifie :

- si la quantité nominale de carburant demandée Q_N est en-dessous d'un seuil prédéterminé S_q ;
- si la température d'eau du moteur est supérieure à un seuil prédéterminé, cette étape étant toutefois optionnelle ;

Si c'est le cas, on détermine au bloc suivant 64 la pression dans le rail. Dans le cas contraire, on attend que les conditions en question soient vérifiées.

On va faire ensuite subir aux injecteurs une succession d'activations par augmentation graduelle dA de la consigne entre une valeur minimale A_{Nmin} et une valeur maximale A_{Nmax} autour de la valeur nominale fixée A_N comme illustré à la figure 6, ces valeurs étant choisies de façon adaptée. Typiquement, A_{Nmax} est choisi comme étant la valeur de consigne correspondant à la quantité de carburant maximale pouvant être injectée

sans que le conducteur n'en ressente l'influence sur sa conduite. Ainsi, au bloc 66, on débute en donnant à la consigne la valeur A_{Nmin} .

Au bloc 68, on calcule l'incrément dA et le couple gaz nominal Cg_N . Ce bloc décrit la fonction du moyen processeur 60 représenté sur la figure 1.

5 On active ensuite l'injecteur du cylindre i et on mesure le couple moyen indiqué C_{Mi} associé comme représenté à l'étape 70. On peut procéder de même avec les injecteurs des autres cylindres. Les différents couples moyens indiqués C_{Mi} sont estimés comme expliqué précédemment en référence aux équations (E1) à (E4).

10 Comme illustré à l'étape ultérieure 76, pour chaque injecteur, le couple moyen indiqué C_{Mi} pour chaque cylindre i en réponse à l'activation est comparé à la valeur du couple gaz nominal Cg_N .

Dans l'hypothèse où le résultat de la comparaison des couples est supérieur à un seuil prédéterminé S_C , on incrémente avec l'incrément dA la valeur de consigne A comme illustré au bloc 78.

15 Si cette nouvelle valeur est toujours inférieure à A_{Nmax} et que les conditions du moteur sont vérifiées, comme cela est testé au bloc 80, on réalise, après avoir parcouru cette boucle de rétroaction, une nouvelle activation des injecteurs en commençant par le premier.

20 On fait ainsi subir aux injecteurs une succession d'activations par augmentation graduelle, ici incrémentale avec l'incrément dA , de la consigne entre la valeur minimale A_{Nmin} et la valeur maximale A_{Nmax} autour de la valeur nominale fixée A_N .

Lorsque l'écart entre C_{Mi} et Cg_N est inférieur au seuil S_C , on définit la consigne A comme étant celle qu'il faut appliquer afin d'obtenir le couple gaz le plus proche du couple gaz nominal Cg_N , étant entendu que l'écart entre les deux est inférieur ou égal à la valeur de l'incrément dA .

25 L'écart $\Delta A_i = A_N - A$ donnera alors l'estimation de la correction de consigne ΔA à appliquer sur le point de fonctionnement considéré pour corriger la dérive ou la dispersion de l'injecteur concerné. On utilise alors la

30

cartographie liant le couple moyen indiqué à la quantité de carburant réellement injectée, établie lors de l'étape préalable.

Dans l'hypothèse où, à l'étape 80, la réponse est négative, le procédé se retrouve à l'étape 82 assimilable à un retour aux conditions initiales et à la fin de la mise en œuvre du procédé.

Le procédé peut être mis en œuvre cylindre après cylindre ou en même temps sur tous les cylindres, en utilisant la même consigne sur tous les cylindres. C'est un des avantages de l'invention. Si la comparaison des couples convient à un injecteur, le procédé continue à être mis en œuvre pour les autres injecteurs jusqu'à obtenir un écart minimal entre C_{Mi} et Cg_N et ainsi déterminer la dérive de chaque injecteur. Si à la fin du procédé, un injecteur n'est pas identifié, c'est qu'il est soit en panne (injecteur bloqué fermé par exemple) ou hors cahier des charges ou encore c'est qu'il y a eu un problème de mesure. C'est alors la dernière valeur de la dérive apprise (avant que le procédé de détection de la dérive n'échoue) qui sera retenue pour un injecteur non identifié en terme de dérive.

Dans le présent mode de mise en œuvre du procédé, on réalise également la prise en compte de la correction de consigne ainsi identifiée par la génération d'une cartographie de correction de la consigne A . En effet, chaque correction de consigne ΔA est relative à un état opérationnel du système d'injection défini par la pression du carburant dans la rampe et par le cylindre dans lequel a lieu l'injection.

La correction peut être utilisée par la suite pour corriger tout type d'injection, et en particulier, des petites injections comme de grosses injections. Par contre, le processus d'apprentissage ne s'applique que si la quantité nominale de carburant demandée Q_N ou encore, de façon plus générale, si la consigne A_N se trouve en dessous d'un seuil prédéterminé Sq . Ce seuil correspond à des petites quantités. Ces petites quantités peuvent être naturellement demandées par le système de contrôle moteur ou bien être demandées par la stratégie dans une séquence de pied levé. Dans ce dernier cas, la demande de couple venant du conducteur est alors nulle.

On a illustré à la figure 6 l'évolution du régime moteur, de la consigne, du temps d'activation de l'injecteur et du couple gaz mesuré pour un cylindre conformément au procédé de l'invention.

Le procédé est ici mis en œuvre en levée de pied, c'est-à-dire pendant une période au cours de laquelle un conducteur du véhicule ne commande aucun couple moteur. L'invention permet ainsi de corriger les dispersions et les dérives des petites quantités de carburant à injecter lors des injections pilotes ou pré-injections. Cette correction est basée sur une estimation du couple moyen indiqué fournie par le procédé selon l'invention qui est ainsi réalisée tous les quarts de cycle pour un moteur à quatre cylindres, ce qui permet l'apprentissage simultané des dérives ou des dispersions des quatre injecteurs.

Au contraire, l'apprentissage exposé dans le document EP-1 388 661 ne se fait que sur un injecteur à la fois. L'invention permet donc un apprentissage plus rapide ou sur davantage de points afin d'avoir une correction plus précise.

Elle peut même cumuler les deux avantages de rapidité et de précision. L'invention favorise d'autant mieux le respect des émissions polluantes à 100 000 km. De plus, le temps d'établissement des calibrations nécessaires à cette stratégie est d'environ deux jours au lieu de plusieurs mois pour les solutions connues, de sorte qu'il est particulièrement rapide. L'approche par la mesure du couple gaz indiqué affranchit des problèmes d'estimation des couples de frottement donc du problème de la température du moteur.

De plus, le procédé de mesure du couple permet d'atteindre une précision avec un risque d'erreurs inférieur à 1%.

Dans le cadre de l'invention, on fait référence au couple de consigne ou à la consigne de quantité de carburant à injecter. Cette approche place la stratégie de l'invention dans le domaine du haut niveau alors qu'une approche basée sur le temps d'injection comme dans le document précité est une approche de bas niveau. L'invention permet de contrôler la quantité de

carburant injectée dans un moteur à combustion interne comprenant plusieurs injecteurs.

Bien entendu, on pourra apporter à l'invention de nombreuses modifications sans sortir du cadre de celle-ci.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de correction des dérives des injecteurs (18) d'un moteur (2) de véhicule, caractérisé en ce qu'on détermine la correction (ΔA) à apporter à une consigne nominale (A_N) en utilisant au moins une estimation de couple moyen indiqué.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue les étapes suivantes, sur au moins un cylindre i , pendant une période au cours de laquelle une demande de couple moteur est nulle :

a) on choisit une valeur de consigne nominale (A_N) ;
b) on calcule une valeur de couple nominal (Cg_N) correspondant à la valeur de consigne nominale (A_N) ;
c) on compare la valeur du couple nominal (Cg_N) à la valeur du couple moyen indiqué (C_{Mi}) produit par l'injection commandée par une valeur de consigne (A), la valeur de consigne étant initialisée à A_{Nmin} et :

-augmentée d'un incrément (dA) tant que le résultat de la comparaison est supérieur à un seuil prédéterminé (S_c) ;
-lorsque l'écart est inférieur au seuil (S_c), on détermine une valeur de correction (ΔA) à apporter à la valeur de consigne, en comparant la valeur de consigne (A) utilisée pour obtenir la valeur la plus proche du couple moyen indiqué (Cg_N) à la valeur de consigne nominale (A_N) ;
d) on enregistre la valeur de correction (ΔA) dans une cartographie de correction correspondant au dit au moins un cylindre.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre successivement, cylindre après cylindre.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre simultanément sur tous les cylindres, en utilisant la même consigne nominale (A_N) pour tous les cylindres.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il est effectué pour au moins une valeur de pression du carburant dans la rampe (Prail), les informations concernant cette pression et la valeur de correction étant mémorisées.

5

6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'itération du procédé s'arrête lorsque la valeur de consigne (A) dépasse un seuil déterminé (A_{Nmax}).

10

7. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4 ou 6, caractérisé en ce que la valeur de consigne (A) est une valeur de consigne de couple (C) ou une valeur de consigne de quantité de carburant à injecter (Q).

15

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que la valeur du couple moyen C_{Mi} indiqué du cylindre i est déterminée à partir d'au moins une grandeur caractéristique du mouvement de rotation du moteur.

20

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel le moteur comporte un capteur de position comportant une cible munie de motifs et solidaire d'un élément du moteur mobile en rotation, et un élément sensible fixé au bloc moteur, ledit capteur délivrant un signal alternatif de fréquence proportionnelle à la vitesse de défilement des motifs de la cible en face de l'élément sensible, caractérisé en ce qu'on estime une valeur relative à un couple généré en propre par un cylindre i à partir de l'équation :

25

$$C_{Mi} = \sum_j \delta_j \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_{k,j} \beta_{k,j} + \alpha_{0,j} \right] \quad (E1)$$

dans laquelle :

- C_{Mi} est le couple moyen indiqué du cylindre i au cours d'un cycle de combustion ;

- $\beta_{k,j}$ est une fonction d'au moins une grandeur caractéristique du mouvement de rotation du moteur ;
- $\alpha_{k,j}$ est un coefficient de pondération de la grandeur $\beta_{k,j}$, dépendant au premier ordre du régime moyen du moteur ;
- 5 - $\alpha_{0,j}$ est une variable dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre ;
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçue par l'élément sensible du capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple moteur
- 10 associé à la combustion du cylindre i ;
- δ_j est un coefficient de pondération.

15 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on estime une valeur relative à un couple généré en propre par un cylindre i à partir de l'équation :

$$C_{Mi} = \sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \Delta t_k + \alpha_0 \quad (\text{E4})$$

dans laquelle :

- 20 - C_{Mi} est le couple moyen indiqué du cylindre i au cours d'un cycle de combustion ;
- Δt_k est une durée de mouvement de rotation du moteur ;
- α_k est un coefficient de pondération de la durée de mouvement de rotation du moteur, dépendant au premier ordre du régime
- 25 moyen du moteur ;
- α_0 est une variable dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre ;

- 5
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçue par l'élément sensible du capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple moteur associé à la combustion du cylindre i .

11. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on estime une valeur relative à un couple généré en propre par un cylindre i à partir de l'équation :

10

$$C_{Mi} = \sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \omega_k + \alpha_0 \quad (E3)$$

dans laquelle :

- C_{Mi} est le couple moyen indiqué du cylindre i au cours d'un cycle de combustion ;
- ω_k est une vitesse instantanée de rotation du moteur ;
- 15 - α_k est un coefficient de pondération de la vitesse instantanée de rotation du moteur, dépendant au premier ordre du régime moyen du moteur ;
- α_0 est une variable dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre ;
- 20 - q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçue par l'élément sensible du capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple moteur associé à la combustion du cylindre i .

25

12. Procédé de commande des injecteurs (18) d'un moteur (2) de véhicule, caractérisé en ce qu'il utilise une cartographie de correction établie au cours d'un procédé selon l'une des revendications précédentes.

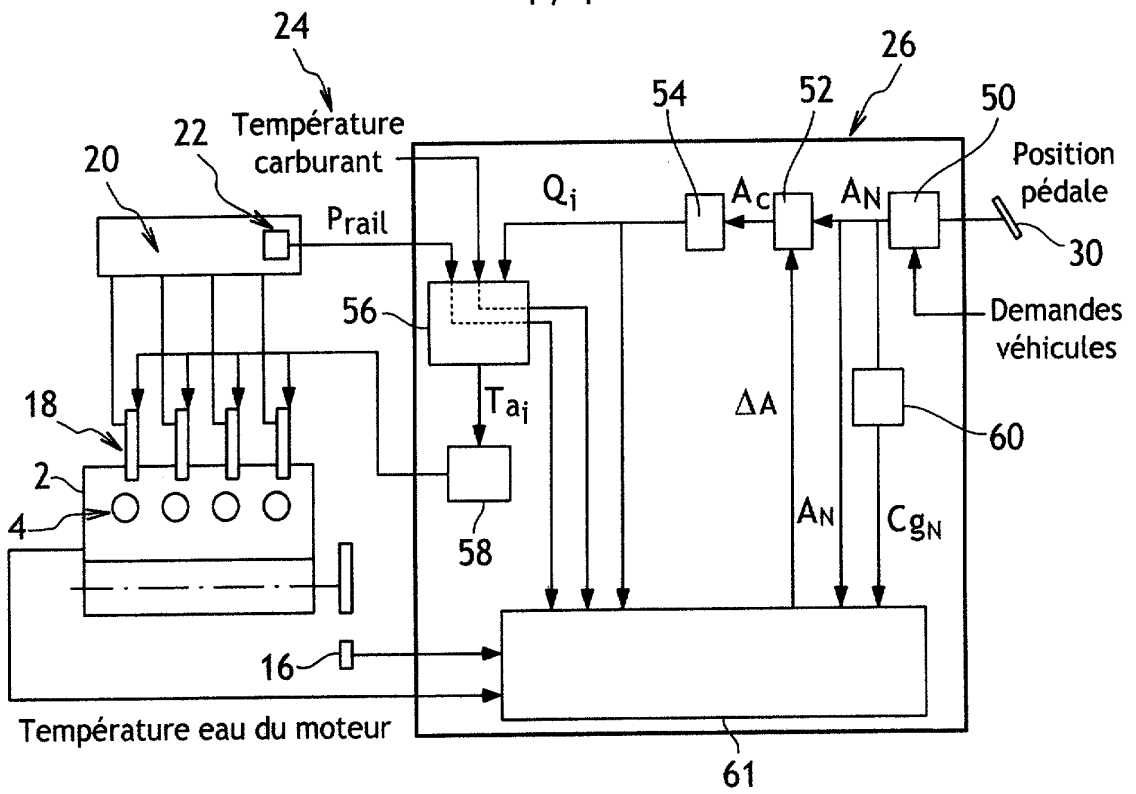


FIG.1

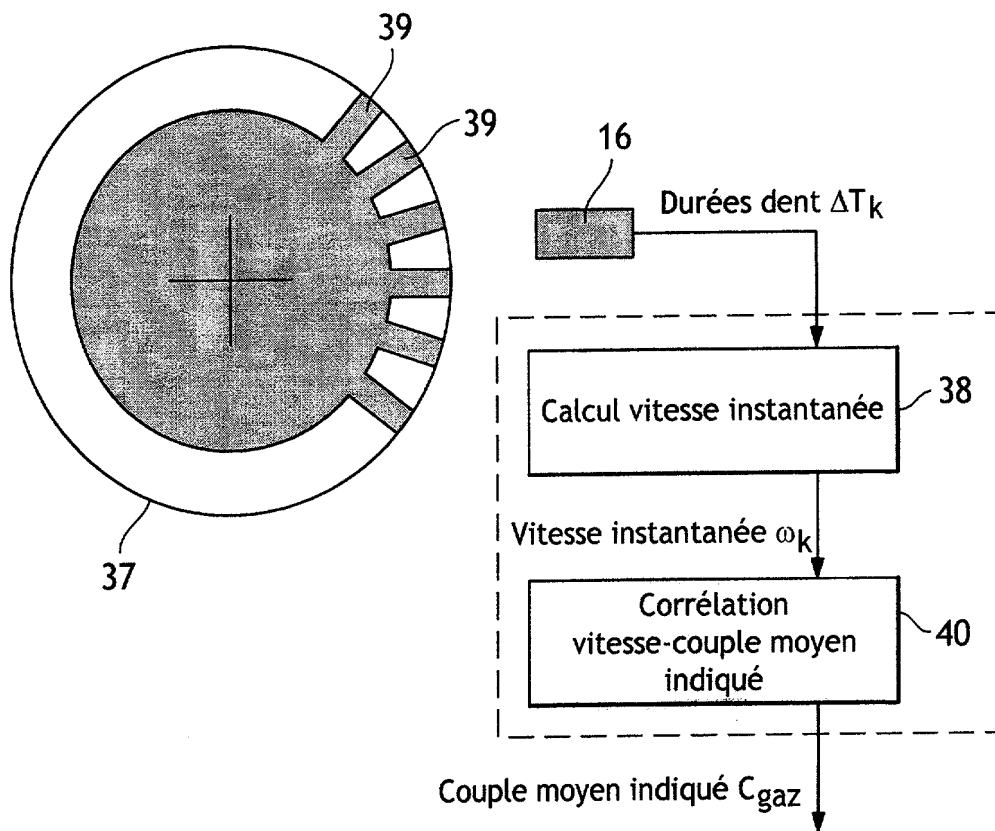


FIG.2

2/4

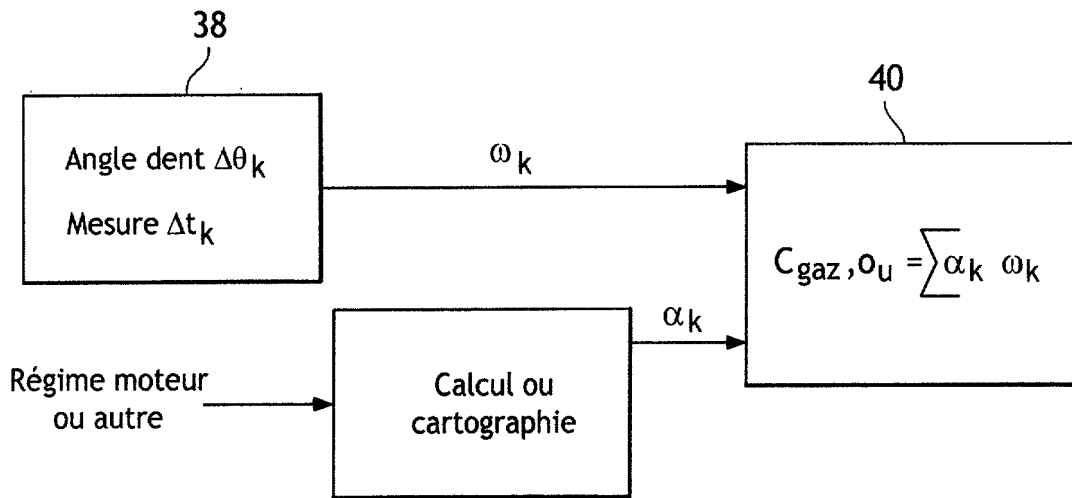


FIG.3

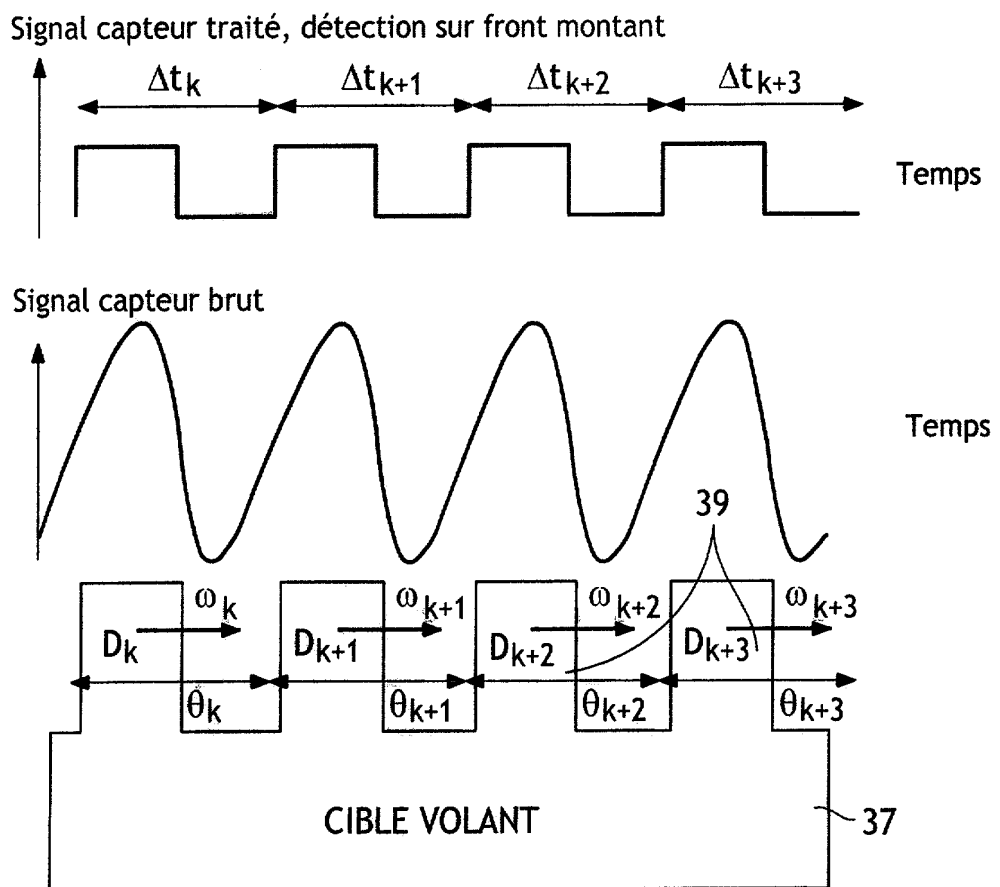


FIG.4

3 / 4

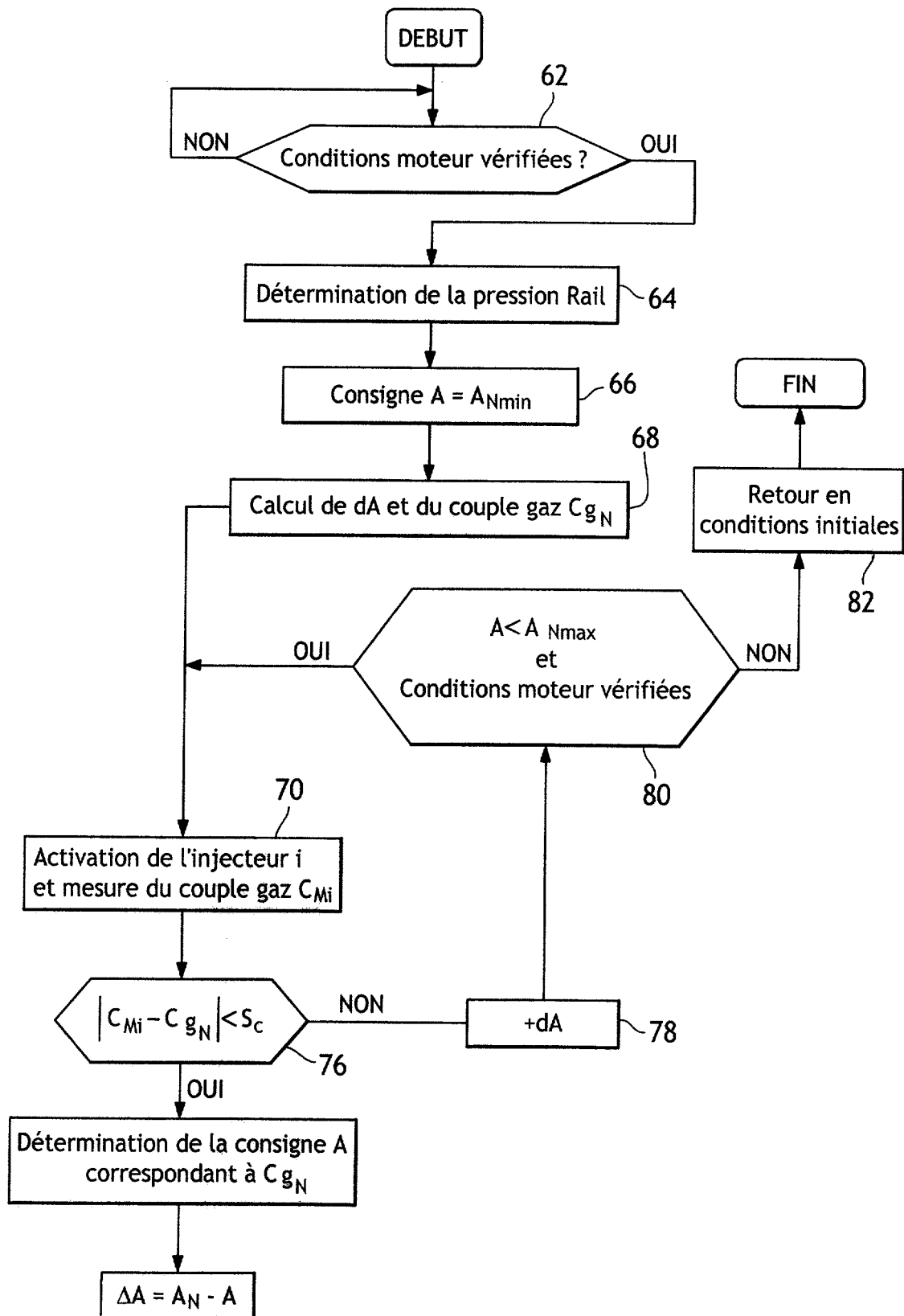


FIG.5

4 / 4

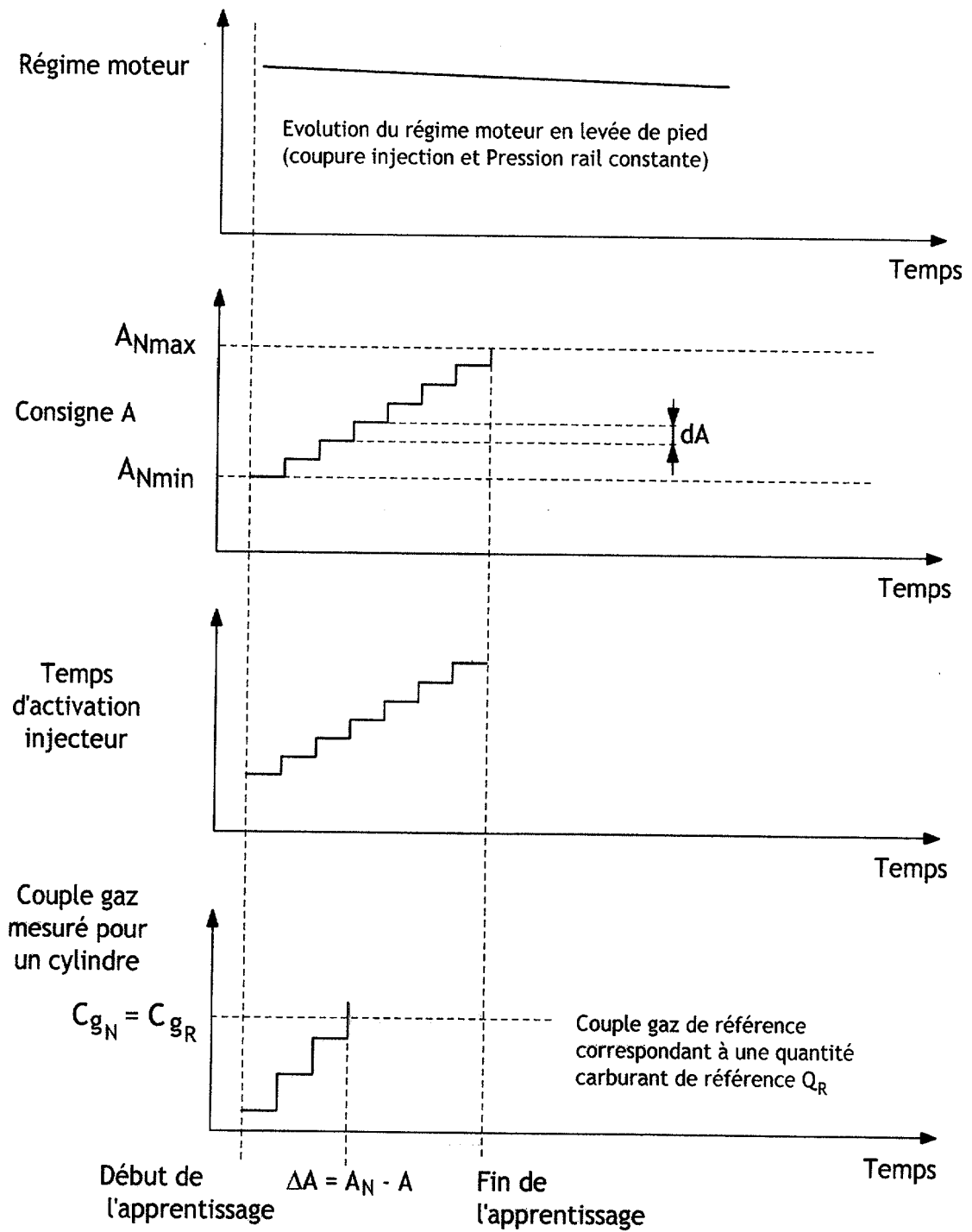


FIG.6

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
 national

établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

FA 689600
 FR 0611178

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 102 18 552 A1 (DENSO CORP [JP]) 31 octobre 2002 (2002-10-31) * abrégé * * le document en entier *	1-12	F02D41/30
X	WO 2004/053316 A (SIEMENS AG [DE]; BOUCHAIN JEROME [BE]; HIRN RAINER [DE]; FRITSCH JUERG) 24 juin 2004 (2004-06-24) * abrégé *	1	
D,X	EP 1 388 661 A (FIAT RICERCA [IT]) 11 février 2004 (2004-02-11) * abrégé * * alinéas [0005] - [0009] * * alinéas [0028] - [0053] * * figures 1-3 *	1-12	
A	EP 1 234 964 A (SAGEM [FR]) 28 août 2002 (2002-08-28) * alinéa [0020]; figure 4 *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02D
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		26 juillet 2007	Parmentier, Hélène
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0611178 FA 689600**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 26-07-2007

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 10218552 A1	31-10-2002	JP 2002327637 A	15-11-2002

WO 2004053316 A	24-06-2004	AU 2003293737 A1	30-06-2004
		DE 10257686 A1	15-07-2004
		EP 1570165 A1	07-09-2005
		US 2006047405 A1	02-03-2006

EP 1388661 A	11-02-2004	JP 2004132360 A	30-04-2004
		US 2004089273 A1	13-05-2004

EP 1234964 A	28-08-2002	AUCUN	
